

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 0 月 3 日
Date of Application:

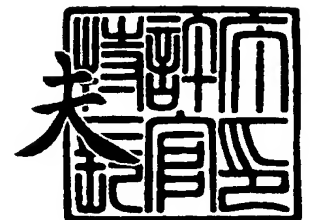
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 9 1 7 0 9
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 9 1 7 0 9]

出 願 人
Applicant(s): 株式会社アドバンテスト
 キヤノン株式会社
 株式会社日立製作所

2 0 0 3 年 1 0 月 2 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 10682

【提出日】 平成14年10月 3日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明の名称】 偏向器、偏向器の製造方法、及び荷電粒子線露光装置

【請求項の数】 15

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都練馬区旭町 1 丁目 3 2 番 1 号 株式会社アドバン
 テスト内

 【氏名】 浅野 宏二

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都練馬区旭町 1 丁目 3 2 番 1 号 株式会社アドバン
 テスト内

 【氏名】 茂呂 義明

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キャノン株式会
 社内

 【氏名】 玉森 研爾

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キャノン株式会
 社内

 【氏名】 岩崎 裕一

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日
 立製作所 中央研究所内

 【氏名】 中山 義則

【特許出願人】

【識別番号】 390005175

【氏名又は名称】 株式会社アドバンテスト

【特許出願人】

【識別番号】 595017850

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100104156

【弁理士】

【氏名又は名称】 龍華 明裕

【電話番号】 (03)5366-7377

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 053394

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809504

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 偏向器、偏向器の製造方法、及び荷電粒子線露光装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 荷電粒子線を偏向する偏向器であって、
前記荷電粒子線が通過すべき開口が設けられた基板と、
前記荷電粒子線を偏向すべく前記開口内に対向して設けられた第 1 偏向電極及び第 2 偏向電極と、

前記第 1 偏向電極から前記第 2 偏向電極へ方向と略垂直な方向において、前記開口内に対向して設けられ、前記基板より導電性が高い材料で形成された第 1 導電層及び第 2 導電層と
を備えることを特徴とする偏向器。

【請求項 2】 前記第 1 導電層及び前記第 2 導電層は、接地されることを特徴とする請求項 1 に記載の偏向器。

【請求項 3】 前記第 1 導電層及び前記第 2 導電層は、金属鍍金により形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の偏向器。

【請求項 4】 前記第 1 導電層及び第 2 導電層は、前記第 1 偏向電極及び前記第 2 偏向電極より薄いことを特徴とする請求項 1 に記載の偏向器。

【請求項 5】 前記第 1 偏向電極と前記第 2 偏向電極との間隔は、前記第 1 導電層と前記第 2 導電層との間隔より小さいことを特徴とする請求項 1 に記載の偏向器。

【請求項 6】 前記第 1 偏向電極及び前記第 2 偏向電極と前記基板との間にそれぞれ設けられた第 1 絶縁層及び第 2 絶縁層をさらに備え、

前記基板は、シリコン基板であり、

前記第 1 絶縁層及び前記第 2 絶縁層は、前記シリコン基板を熱酸化させることにより形成されたシリコン酸化膜であることを特徴とする請求項 1 に記載の偏向器。

【請求項 7】 前記第 1 偏向電極及び前記第 2 偏向電極と前記基板との間にそれぞれ設けられた第 1 絶縁層及び第 2 絶縁層をさらに備え、

前記第 1 導電層及び前記第 2 導電層は、前記第 1 絶縁層に隣接する位置から前

記第 2 絶縁層に隣接する位置まで設けられたことを特徴とする請求項 1 に記載の偏向器。

【請求項 8】 前記第 1 導電層及び前記第 2 導電層は、前記開口内に前記基板を露出させないように前記開口の上端から下端まで設けられることを特徴とする請求項 7 に記載の偏向器。

【請求項 9】 前記第 1 偏向電極及び前記第 2 偏向電極は、前記基板に対向する面の面積より、他方の偏向電極に対向する面の面積のほうが広いことを特徴とする請求項 1 に記載の偏向器。

【請求項 10】 前記第 1 偏向電極及び前記第 2 偏向電極は、前記開口の中心から前記開口の内壁の方向に沿って徐々に細くなる台形柱の形状であることを特徴とする請求項 9 に記載の偏向器。

【請求項 11】 前記第 1 導電層及び前記第 2 導電層と前記基板との間にそれぞれ設けられた第 3 絶縁層及び第 4 絶縁層をさらに備え、

前記基板は、シリコン基板であり、

前記第 3 絶縁層及び前記第 4 絶縁層は、前記シリコン基板を熱酸化させることにより形成されたシリコン酸化膜であることを特徴とする請求項 1 に記載の偏向器。

【請求項 12】 荷電粒子線が通過すべき開口が設けられた基板と、前記荷電粒子線を偏向すべく前記開口内に対向して設けられた第 1 偏向電極及び第 2 偏向電極と、前記第 1 偏向電極から前記第 2 偏向電極への方向と略垂直な方向において、前記開口内に対向して設けられた第 1 導電層及び第 2 導電層とを備える偏向器の製造方法であって、

前記第 1 偏向電極及び前記第 2 偏向電極を形成する電極形成段階と、

前記電極形成段階において前記第 1 偏向電極及び前記第 2 偏向電極を形成した後、前記第 1 導電層及び前記第 2 導電層を形成するための複数の開口をそれぞれ前記基板に形成する開口形成段階と、

前記開口形成段階において形成された前記複数の開口に前記第 1 導電層及び前記第 2 導電層をそれぞれ形成する導電層形成段階とを備えることを特徴とする偏向器の製造方法。

・【請求項 13】 荷電粒子線が通過すべき開口が設けられた基板と、前記荷電粒子線を偏向すべく前記開口内に対向して設けられた第 1 偏向電極及び第 2 偏向電極と、前記第 1 偏向電極及び前記第 2 偏向電極と前記基板との間にそれぞれ設けられた第 1 絶縁層及び第 2 絶縁層と、前記第 1 偏向電極から前記第 2 偏向電極への方向と略垂直な方向において、前記開口内に対向して設けられた第 1 導電層及び第 2 導電層と、前記第 1 導電層及び前記第 2 導電層と前記基板との間にそれぞれ設けられた第 3 絶縁層及び第 4 絶縁層とを備える偏向器の製造方法であって、

前記第 1 偏向電極、前記第 2 偏向電極、前記第 1 導電層、及び前記第 2 導電層を形成するための複数の開口をそれぞれ前記基板に形成する開口形成段階と、

前記開口形成段階において形成された前記複数の開口の内壁に、前記第 1 絶縁層、前記第 2 絶縁層、前記第 3 絶縁層、及び前記第 4 絶縁層を形成する絶縁層形成段階と、

前記複数の開口のそれぞれにおいて、前記第 1 絶縁層、前記第 2 絶縁層、前記第 3 絶縁層、及び前記第 4 絶縁層のそれぞれの内側に、前記第 1 偏向電極、前記第 2 偏向電極、前記第 1 導電層、及び前記第 2 導電層をそれぞれ形成する電極形成段階と

を備えることを特徴とする偏向器の製造方法。

【請求項 14】 前記絶縁層形成段階は、前記複数の開口の内壁をそれぞれ熱酸化させることにより、前記第 1 絶縁層、前記第 2 絶縁層、前記第 3 絶縁層、及び前記第 4 絶縁層を形成する段階を含むことを特徴とする請求項 13 に記載の偏向器の製造方法。

【請求項 15】 荷電粒子線によりウェハを露光する荷電粒子線露光装置であって、

前記荷電粒子線を発生する荷電粒子線発生部と、

前記荷電粒子線を偏向して、前記ウェハにおける所望の位置に照射させる偏向器と

を備え、

前記偏向器は、

前記荷電粒子線が通過すべき開口が設けられた基板と、
前記荷電粒子線を偏向すべく前記開口内に対向して設けられた第 1 偏向電極及び第 2 偏向電極と、
前記第 1 偏向電極から前記第 2 偏向電極へ方向と略垂直な方向において、前記開口内に対向して設けられ、前記基板より導電性が高い材料で形成された第 1 導電層及び第 2 導電層と
を有することを特徴とする荷電粒子線露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体集積回路等のパターンをウェハに露光する荷電粒子線露光装置に関する。特に本発明は、複数の荷電粒子線を用いてパターンを露光する荷電粒子線露光装置の偏向器、及び当該偏向器の製造方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、半導体デバイスの微細化の進展に伴い、1 0 0 n m 以下のリソグラフィ手段が各種提案されており、さらに高解像性、高精度の描画パターン重ね合せ、高スループットが要求されている。このため、潜在的に解像度が高く、また寸法制御性が他の露光手段と比較して良好な電子ビーム露光装置は、露光パターンを電気的に生成してウェハを直接露光できるため、マスクレス露光手段としても期待されている。

【0 0 0 3】

しかしながら、電子ビーム露光装置は、ショット当りの露光面積が小さく、スループットが低いという問題を抱えており、半導体デバイスの量産には普及していないのが実情である。そこで、この問題を解決するために、複数の電子ビームで同時にウェハを露光するマルチ電子ビーム露光装置が提案されている。

【0 0 0 4】

このようなマルチ電子ビーム露光装置は、複数の電子ビームをそれぞれ独立に偏向するか否かを切り換えるブランキングアパーチャアレイデバイスと、ブラン

キングアパーチャアレイデバイスによって偏向された電子ビームをウェハに対して遮断する電子ビーム遮蔽部とを備え、複数の電子ビームのそれぞれをウェハに照射するか否かを高精度に制御する。このようなブランキングアパーチャアレイデバイスは、複数の開口が設けられた半導体等の基板と、開口内にそれぞれ設けられた偏向電極と、基板と偏向電極とを絶縁する絶縁層とを備え、偏向電極に電圧を印加するか否かにより、開口を通過する電子ビームを偏向するか否かを制御する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来のブランキングアパーチャアレイデバイスの構造においては、電子ビームが通過する開口の内壁に基板や絶縁層の一部が露出している。そのため、開口に内壁に露出した基板の酸化膜や絶縁層がチャージアップし、開口を通過する電子ビームに影響を与えてしまう。これにより、電子ビームの適切な偏向及び位置制御が行われず、精度よくウェハを露光することが困難になる。

【0006】

そこで本発明は、上記の課題を解決することのできる偏向器、偏向器の製造方法、及び荷電粒子線露光装置を提供することを目的とする。この目的は特許請求の範囲における独立項に記載の特徴の組み合わせにより達成される。また従属項は本発明の更なる有利な具体例を規定する。

【0007】

【課題を解決するための手段】

即ち、本発明の第1の形態によると、荷電粒子線を偏向する偏向器であって、荷電粒子線が通過すべき開口が設けられた基板と、荷電粒子線を偏向すべく開口内に対向して設けられた第1偏向電極及び第2偏向電極と、第1偏向電極から第2偏向電極へ方向と略垂直な方向において、開口内に対向して設けられ、基板より導電性が高い材料で形成された第1導電層及び第2導電層とを備える。

【0008】

第1導電層及び第2導電層は、接地されてもよい。第1導電層及び第2導電層は、金属鍍金により形成されてもよい。第1導電層及び第2導電層は、第1偏向

電極及び第2偏向電極より薄くてもよい。第1偏向電極と第2偏向電極との間隔は、第1導電層と第2導電層との間隔より小さくてもよい。

【0009】

第1偏向電極及び第2偏向電極と基板との間にそれぞれ設けられた第1絶縁層及び第2絶縁層をさらに備え、基板は、シリコン基板であり、第1絶縁層及び第2絶縁層は、シリコン基板を熱酸化させることにより形成されたシリコン酸化膜であってもよい。

【0010】

第1偏向電極及び第2偏向電極と基板との間にそれぞれ設けられた第1絶縁層及び第2絶縁層をさらに備え、第1導電層及び第2導電層は、第1絶縁層に隣接する位置から第2絶縁層に隣接する位置まで設けられてもよい。第1導電層及び第2導電層は、開口内に基板を露出させないように開口の上端から下端まで設けられてもよい。

【0011】

第1偏向電極及び第2偏向電極は、基板に対向する面の面積より、他方の偏向電極に対向する面の面積のほうが広くてもよい。第1偏向電極及び第2偏向電極は、開口の中心から開口の内壁の方向に沿って徐々に細くなる台形柱の形状であってもよい。

【0012】

第1導電層及び第2導電層と基板との間にそれぞれ設けられた第3絶縁層及び第4絶縁層をさらに備え、基板は、シリコン基板であり、第3絶縁層及び第4絶縁層は、シリコン基板を熱酸化させることにより形成されたシリコン酸化膜であってもよい。

【0013】

本発明の第2の形態によると、荷電粒子線が通過すべき開口が設けられた基板と、荷電粒子線を偏向すべく開口内に対向して設けられた第1偏向電極及び第2偏向電極と、第1偏向電極から第2偏向電極へ方向と略垂直な方向において、開口内に対向して設けられた第1導電層及び第2導電層とを備える偏向器の製造方法であって、第1偏向電極及び第2偏向電極を形成する電極形成段階と、電極

形成段階において第1偏向電極及び第2偏向電極を形成した後、第1導電層及び第2導電層を形成するための複数の開口をそれぞれ基板に形成する開口形成段階と、開口形成段階において形成された複数の開口に第1導電層及び第2導電層をそれぞれ形成する導電層形成段階とを備える。

【0014】

本発明の第3の形態によると、荷電粒子線が通過すべき開口が設けられた基板と、荷電粒子線を偏向すべく開口内に対向して設けられた第1偏向電極及び第2偏向電極と、第1偏向電極及び第2偏向電極と基板との間にそれぞれ設けられた第1絶縁層及び第2絶縁層と、第1偏向電極から第2偏向電極へ方向と略垂直な方向において、開口内に対向して設けられた第1導電層及び第2導電層と、第1導電層及び第2導電層と基板との間にそれぞれ設けられた第3絶縁層及び第4絶縁層とを備える偏向器の製造方法であって、第1偏向電極、第2偏向電極、第1導電層、及び第2導電層を形成するための複数の開口をそれぞれ基板に形成する開口形成段階と、開口形成段階において形成された複数の開口の内壁に、第1絶縁層、第2絶縁層、第3絶縁層、及び第4絶縁層を形成する絶縁層形成段階と、複数の開口のそれぞれにおいて、第1絶縁層、第2絶縁層、第3絶縁層、及び第4絶縁層のそれぞれの内側に、第1偏向電極、第2偏向電極、第1導電層、及び第2導電層をそれぞれ形成する電極形成段階とを備える。絶縁層形成段階は、複数の開口の内壁をそれぞれ熱酸化させることにより、第1絶縁層、第2絶縁層、第3絶縁層、及び第4絶縁層を形成する段階を含んでもよい。

【0015】

本発明の第4の形態によると、荷電粒子線によりウェハを露光する荷電粒子線露光装置であって、荷電粒子線を発生する荷電粒子線発生部と、荷電粒子線を偏向して、ウェハにおける所望の位置に照射させる偏向器とを備え、偏向器は、荷電粒子線が通過すべき開口が設けられた基板と、荷電粒子線を偏向すべく開口内に対向して設けられた第1偏向電極及び第2偏向電極と、第1偏向電極から第2偏向電極へ方向と略垂直な方向において、開口内に対向して設けられ、基板より導電性が高い材料で形成された第1導電層及び第2導電層とを有する。

【0016】

なお上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではなく、これらの特徴群のサブコンビネーションも又発明となりうる。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は特許請求の範囲にかかる発明を限定するものではなく、又実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

【0018】

図1は、本発明の一実施形態に係る電子ビーム露光装置100の構成の一例を示す。電子ビーム露光装置100は、本発明の荷電粒子線露光装置の一例である。また、本発明の荷電粒子線露光装置は、イオンビームによりウェハを露光するイオンビーム露光装置であってもよい。また、電子ビーム露光装置100は、狭い間隔、例えば全ての電子ビームがウェハに設けられるべき1つのチップの領域に照射されるような間隔で複数の電子ビームを発生してよい。

【0019】

電子ビーム露光装置100は、電子ビームによりウェハ44に所定の露光処理を施すための露光部150と、露光部150に含まれる各構成の動作を制御する制御部140とを備える。

【0020】

露光部150は、筐体8内部で、複数の電子ビームを発生し、電子ビームの断面形状を所望に成形する電子ビーム成形手段110と、複数の電子ビームをウェハ44に照射するか否かを、電子ビーム毎に独立に切り換える照射切換手段112と、ウェハ44に転写されるパターンの像の向き及びサイズを調整するウェハ用投影系114を含む電子光学系と、パターンを露光すべきウェハ44を載置するウェハステージ46及びウェハステージ46を駆動するウェハステージ駆動部48を有するステージ系とを備える。

【0021】

電子ビーム成形手段110は、複数の電子ビームを発生する電子ビーム発生部10と、電子ビームを通過させることにより、電子ビームの断面形状を成形する

複数の開口部を有する第1成形部材14及び第2成形部材22と、複数の電子ビームを独立に集束し、電子ビームの焦点を調整する第1多軸電子レンズ16と、第1成形部材14を通過した複数の電子ビームを独立に偏向する第1成形偏向部18及び第2成形偏向部20とを有する。電子ビーム発生部10は、本発明の荷電粒子線発生部の一例である。第1成形偏向部18及び第2成形偏向部20は、本発明の偏向器の一例である。

【0022】

電子ビーム発生部10は、複数の電子銃104と、電子銃104が形成される基材106とを有する。電子銃104は、熱電子を発生させるカソード12と、カソード12を囲むように形成され、カソード12で発生した熱電子を安定させるグリッド102とを有する。電子ビーム発生部10は、所定の間隔を隔てて設けられる複数の電子銃104を基材106に有することにより、電子銃アレイを形成する。

【0023】

第1成形部材14及び第2成形部材22は、電子ビームが照射される面に、接地された白金などの金属膜を有することが望ましい。第1成形部材14及び第2成形部材22に含まれる複数の開口部の断面形状は、電子ビームを効率よく通過させるために、電子ビームの照射方向に沿って広がりをもよい。また、第1成形部材14及び第2成形部材22に含まれる複数の開口部は、矩形に形成されることが好ましい。

【0024】

照射切換手段112は、複数の電子ビームを独立に集束し、電子ビームの焦点を調整する第2多軸電子レンズ24と、複数の電子ビームを電子ビーム毎に独立に偏向させることにより、電子ビームをウェハ44に照射するか否かを、電子ビーム毎に独立に切り換えるブランキングアパーチャアレイデバイス26と、電子ビームを通過させる複数の開口部を含み、ブランキングアパーチャアレイデバイス26で偏向された電子ビームを遮蔽する電子ビーム遮蔽部材28とを有する。ブランキングアパーチャアレイデバイス26は、本発明の偏向器の一例である。

【0025】

ブランキングアパーチャレイデバイス 26 は、電子ビームが通過すべき開口が設けられた基板と、開口内に設けられた複数の偏向電極とを有する。また、電子ビーム遮蔽部材 28 に含まれる複数の開口部の断面形状は、電子ビームを効率良く通過させるために、電子ビームの照射方向に沿って広がりをもよい。

【0026】

ウェハ用投影系 114 は、複数の電子ビームを独立に集束し、電子ビームの照射径を縮小する第 3 多軸電子レンズ 34 と、複数の電子ビームを独立に集束し、電子ビームの焦点を調整する第 4 多軸電子レンズ 36 と、複数の電子ビームを、ウェハ 44 の所望の位置に、電子ビーム毎に独立に偏向する独立偏向部である副偏向部 38 と、電子ビームを集束する第 1 コイル 40 及び第 2 コイル 50 を有し対物レンズとして機能する同軸レンズ 52 と、複数の電子ビームを略同一の方向に所望量だけ偏向させる共通偏向部である主偏向部 42 とを有する。主偏向部 42 は、本発明の偏向器の一例である。

【0027】

主偏向部 42 は、電界を利用して高速に複数の電子ビームを偏向することが可能な静電型偏向器であることが好ましく、対向する偏向電極を有する。また、主偏向部 42 は、対向する 4 組の偏向電極を含む円筒型均等 8 極型の構成、又は 8 極以上の偏向電極を含む構成を有してもよい。また、ブランキングアパーチャレイデバイス 26 は、対向する 1 組の偏向電極を有する。また、同軸レンズ 52 は、ウェハ 44 に対して、第 4 多軸電子レンズ 36 より近傍に設けられることが好ましい。

【0028】

制御部 140 は、統括制御部 130 及び個別制御部 120 を備える。個別制御部 120 は、電子ビーム制御部 80、多軸電子レンズ制御部 82、成形偏向制御部 84、ブランキングアパーチャレイ制御部 86、同軸レンズ制御部 90、副偏向制御部 92、主偏向制御部 94、及びウェハステージ制御部 96 を有する。統括制御部 130 は、例えばワークステーションであって、個別制御部 120 に含まれる各制御部を統括制御する。

【0029】

電子ビーム制御部 80 は、電子ビーム発生部 10 を制御する。多軸電子レンズ制御部 82 は、第 1 多軸電子レンズ 16、第 2 多軸電子レンズ 24、第 3 多軸電子レンズ 34 及び第 4 多軸電子レンズ 36 に供給する電流を制御する。成形偏向制御部 84 は、第 1 成形偏向部 18 及び第 2 成形偏向部 20 を制御する。ブランキングアパーチャレイ制御部 86 は、ブランキングアパーチャレイデバイス 26 に含まれる偏向電極に印加する電圧を制御する。同軸レンズ制御部 90 は、同軸レンズ 52 に含まれる第 1 コイル 40 及び第 2 コイル 50 に供給する電流を制御する。主偏向制御部 94 は、主偏向部 42 に含まれる偏向電極に印加する電圧を制御する。ウェハステージ制御部 96 は、ウェハステージ駆動部 48 を制御し、ウェハステージ 46 を所定の位置に移動させる。

【0030】

電子ビーム露光装置 100 の動作について説明する。まず、電子ビーム発生部 10 は、複数の電子ビームを発生する。電子ビーム発生部 10 が発生した電子ビームは、第 1 成形部材 14 に照射されて成形される。第 1 成形部材 14 を通過した複数の電子ビームは、第 1 成形部材 14 に含まれる開口部の形状に対応する矩形の断面形状をそれぞれ有する。

【0031】

第 1 多軸電子レンズ 16 は、矩形に成形された複数の電子ビームを独立に集束し、第 2 成形部材 22 に対する電子ビームの焦点調整を、電子ビーム毎に独立に行う。第 1 成形偏向部 18 は、矩形に成形された複数の電子ビームを、電子ビーム毎に独立して、第 2 成形部材に対して所望の位置に偏向する。第 2 成形偏向部 20 は、第 1 成形偏向部 18 で偏向された複数の電子ビームを、電子ビーム毎に独立に第 2 成形部材 22 に対して略垂直方向に偏向する。その結果、電子ビームが、第 2 成形部材 22 の所望の位置に、第 2 成形部材 22 に対して略垂直に照射されるように調整する。矩形形状を有する複数の開口部を含む第 2 成形部材 22 は、各開口部に照射された矩形の断面形状を有する複数の電子ビームを、ウェハ 44 に照射されるべき所望の矩形の断面形状を有する電子ビームにさらに成形する。

【0032】

第2多軸電子レンズ24は、複数の電子ビームを独立に集束して、ブランキングアパーチャアレイデバイス26に対する電子ビームの焦点調整を、電子ビーム毎に独立に行う。第2多軸電子レンズ24より焦点調整された電子ビームは、ブランキングアパーチャアレイデバイス26に含まれる複数の開口を通過する。

【0033】

ブランキングアパーチャアレイ制御部86は、ブランキングアパーチャアレイデバイス26に形成された、各開口内に設けられた偏向電極に電圧を印加するか否かを制御する。ブランキングアパーチャアレイデバイス26は、偏向電極に印加される電圧に基づいて、電子ビームをウェハ44に照射させるか否かを切り換える。偏向電極に電圧が印加されるときは、ブランキングアパーチャアレイデバイス26の開口を通過した電子ビームは偏向され、電子ビーム遮蔽部材28に含まれる開口部を通過できず、ウェハ44に照射されない。偏向電極に電圧が印加されないときには、ブランキングアパーチャアレイデバイス26の開口を通過した電子ビームは偏向されず、電子ビーム遮蔽部材28に含まれる開口部を通過でき、電子ビームはウェハ44に照射される。

【0034】

第3多軸電子レンズ34は、ブランキングアパーチャアレイデバイス26により偏向されない電子ビームの径を縮小して、電子ビーム遮蔽部材28に含まれる開口部を通過させる。第4多軸電子レンズ36は、複数の電子ビームを独立に集束して、副偏向部38に対する電子ビームの焦点調整を、電子ビーム毎に独立に行い、焦点調整をされた電子ビームは、副偏向部38に含まれる偏向器に入射される。

【0035】

副偏向制御部92は、副偏向部38に含まれる複数の偏向器を独立に制御する。副偏向部38は、複数の偏向器に入射される複数の電子ビームを、電子ビーム毎に独立にウェハ44の所望の露光位置に偏向する。副偏向部38を通過した複数の電子ビームは、第1コイル40及び第2コイル50を有する同軸レンズ52により、ウェハ44に対する焦点が調整され、ウェハ44に照射される。

【0036】

露光処理中、ウェハステージ制御部 96 は、ウェハステージ駆動部 48 を制御して、一定方向にウェハステージ 46 を動かす。ブランキングアパーチャアレイ制御部 86 は露光パターンデータに基づいて、電子ビームを通過させる開口を定め、各開口内に設けられる偏向電極に対する電力制御を行う。ウェハ 44 の移動に合わせて、電子ビームを通過させる開口を適宜変更し、さらに主偏向部 42 及び副偏向部 38 により電子ビームを偏向することにより、ウェハ 44 に所望の回路パターンを露光することが可能となる。

【0037】

図 2 は、ブランキングアパーチャアレイデバイス 26 の構成の一例を示す。ブランキングアパーチャアレイデバイス 26 は、電子ビームが通過する複数の開口が設けられたアパーチャ部 160 と、図 1 におけるブランキングアパーチャアレイ制御部 86 との接続部となる偏向電極パッド 162 及び接地電極パッド 164 とを有する。アパーチャ部 160 は、ブランキングアパーチャアレイデバイス 26 の中央部に配置されることが望ましい。偏向電極パッド 162 及び接地電極パッド 164 は、プローブカード、ポゴピンアレイ等を介してブランキングアパーチャアレイ制御部 86 から供給された電気信号を、アパーチャ部 160 の開口内に設けられた偏向電極に供給する。

【0038】

図 3 は、アパーチャ部 160 の構成の一例を示す。アパーチャ部 160 の横方向を x 軸方向とし、縦方向を y 軸方向とする。x 軸は、露光処理中、ウェハステージ 46 がウェハ 44 を段階的に移動させる方向を示し、y 軸は、露光処理中、ウェハステージ 46 がウェハ 44 を連続的に移動させる方向を示す。具体的には、ウェハステージ 46 に関して、y 軸は、ウェハ 44 を走査露光させる方向であり、x 軸は、走査露光終了後、ウェハ 44 の未露光領域を露光するためにウェハ 44 を段階的に移動させる方向である。

【0039】

アパーチャ部 160 には、複数の電子ビームがそれぞれ通過すべき開口 200 が設けられる。複数の開口 200 は、走査領域の全てを露光するように配置される。例えば、複数の開口 200 は、x 軸方向の両端に位置する複数の開口 200

aと200bとの間の領域全面を覆うように配置される。x軸方向に近接する開口200は、互いに一定の間隔で配置されていることが好ましい。このとき、複数の開口200の間隔は、主偏向部42が電子ビームを偏向する最大偏向量以下に定められるのが好ましい。

【0040】

図4は、ブランキングアパーチャレイデバイス26の具体的な構成の第1実施例を示す。図4は、ブランキングアパーチャレイデバイス26を裏面から見た平面図である。

【0041】

ブランキングアパーチャレイデバイス26は、電子ビームが通過すべき開口200が設けられた基板202と、電子ビームを偏向すべく開口200内に対向して設けられた偏向電極204a及び204bと、偏向電極204aから偏向電極204bへの方向と略垂直な方向において、開口200内に対向して設けられた導電層206a及び206bと、偏向電極204a及び204bと基板202との間にそれぞれ設けられた絶縁層208a及び208bとを備える。

【0042】

導電層206a及び206bは、図2に示した接地電極パッド164に電氣的に接続されることにより接地される。導電層206a及び206bは、接地電極パッド164に直接配線されることにより接続されてもよく、基板202を介して接地電極パッド164に接続されてもよい。

【0043】

導電層206a及び206bは、基板202より導電性が高い材料で形成されることが好ましい。また、導電層206a及び206bは、金属鍍金により形成されることが好ましい。例えば、基板202は、シリコン基板であり、導電層206a及び206bは、Au又はCuを主成分とする材料で形成される。

【0044】

絶縁層208a及び208bは、基板202を熱酸化させることにより形成された酸化膜、例えばシリコン基板を熱酸化させることにより形成されたシリコン酸化膜である。偏向電極204aから偏向電極204bへの方向及び電子ビーム

の照射方向と略垂直な方向において、絶縁層 208 a 及び 208 b の長さは、偏向電極 204 a 及び 204 b の長さより短いことが好ましい。即ち、絶縁層 208 a 及び 208 b は、電子ビームが通過する経路に対して偏向電極 204 a 及び 204 b によって遮蔽された位置にある。そのため、絶縁層 208 a 及び 208 b がチャージアップすることを防ぐことができる。

【0045】

偏向電極 204 a と偏向電極 204 b との間隔は、導電層 206 a と導電層 206 b との間隔より小さいことが好ましい。また、導電層 206 a 及び 206 b は、偏向電極 204 a 及び 204 b より薄くてもよい。具体的には、偏向電極 204 a 及び 204 b は、数十 μ m 間隔で設けられる。偏向電極 204 a と偏向電極 204 b との間隔が小さいことによって、精度よく電子ビームを偏向することができ、さらに偏向電極 204 a 及び 204 b に印加する電圧を小さくすることができる。

【0046】

本実施例のブランキングアパーチャレイデバイス 26 によれば、導電層 206 a 及び 206 b が開口 200 の内壁に設けられることにより、基板 202 が自然酸化することを防ぐことができる。そのため、チャージアップすることにより電子ビームに影響を及ぼす絶縁性の自然酸化膜、例えばシリコン酸化膜が開口 200 の側面に形成されないので、電子ビームを精度よく偏向することができる。

【0047】

図 5 は、ブランキングアパーチャレイデバイス 26 の具体的な構成の第 2 実施例を示す。図 5 は、ブランキングアパーチャレイデバイス 26 を裏面から見た平面図である。第 2 実施例においては、第 1 実施例に係るブランキングアパーチャレイデバイス 26 と同一の構成要素には、同一の符号を付して説明を省略又は簡潔にし、異なる部分について具体的に説明する。

【0048】

導電層 206 a 及び 206 b は、絶縁層 208 a に隣接する位置から絶縁層 208 b に隣接する位置まで設けられる。即ち、導電層 206 a 及び 206 b は、矩形の開口 200 の内壁において、偏向電極 204 a が設けられる面から偏向電

極 204 b が設けられる面まで設けられる。また、導電層 206 a 及び 206 b は、開口 200 内に基板 202 を露出させないように開口 200 の上端から下端まで設けられる。この場合、導電層 206 a 及び 206 b と偏向電極 204 a 及び 204 b とは、互いに接触しないように設けられる。

【0049】

具体的には、偏向電極 204 a 及び 204 b は、基板 202 に対向する面、即ち絶縁層 208 a 及び 208 b に接触する面の面積より、他方の偏向電極に対向する面、即ち電子ビームに対向する面の面積のほうが広いことが好ましい。例えば、偏向電極 204 a 及び 204 b は、開口 200 の中心、即ち電子ビームが通過すべき位置から開口 200 の内壁の方向に沿って徐々に細くなる台形柱の形状である。また、偏向電極 204 a から偏向電極 204 b へ方向と略垂直な方向において、偏向電極 204 a 及び 204 b の基板 202 に対向する面の幅は、絶縁層 208 a 及び 208 b の幅以上であってもよい。

【0050】

本実施例のブランキングアパーチャレイデバイス 26 によれば、導電層 206 a 及び 206 b が開口 200 の内壁に覆うように設けられるので、基板 202 がチャージアップすることにより電子ビームに及ぼす影響を大幅に低減することができ、電子ビームを精度よく偏向することができる。

【0051】

図 6、図 7、及び図 8 は、第 1 実施例又は第 2 実施例に係るブランキングアパーチャレイデバイス 26 の製造方法の一例を示す。図 6、図 7、及び図 8 は、図 4 又は図 5 に示したブランキングアパーチャレイデバイス 26 の AA' 断面を示す。

【0052】

まず、図 6 (a) に示すように、基板 202 を用意し、基板 202 の表面及び裏面にシリコン窒化膜 210 a 及び 210 b をそれぞれ形成する。このとき、シリコン窒化膜 210 a 及び 210 b の両方を同時に成膜してもよいし、片方ずつ成膜してもよい。基板 202 は、例えば直径 6 インチ、厚さ 200 μm のシリコンウェハである。シリコン窒化膜 210 a 及び 210 b は、例えば厚さ 1 μm に

成膜される。

【0053】

次に、図6（b）に示すように、シリコン窒化膜210a上にレジスト212を塗布し、露光、現像して、偏向電極204a及び204bを形成する領域のレジスト212を除去する。そして、レジスト212をエッチングマスクとして、偏向電極204a及び204bを形成する領域のシリコン窒化膜210aをエッチング、例えば反応性イオンエッチング（RIE）法により除去する。

【0054】

次に、図6（c）に示すように、レジスト212及びシリコン窒化膜210aの両方又は片方をエッチングマスクとして、偏向電極204a及び204bを形成する部分の基板202をエッチング、例えば誘導結合型プラズマエッチング（ICP-RIE）法により除去して複数の開口214を形成する。シリコン窒化膜210bは、基板202をエッチングするときのエッチングストッパ層となる。

【0055】

次に、図6（d）に示すように、レジスト212を除去した後、基板202に形成された複数の開口214の内壁に絶縁層208a及び208bを形成する。例えば、複数の開口214の内壁を熱酸化させることにより絶縁層208a及び208bを形成する。具体的には、シリコン基板である基板202に形成された複数の開口214の内壁のうちで、シリコン窒化膜210a及び210bで覆われた部分以外のシリコン露出面を選択的に熱酸化させることにより、シリコン酸化膜である絶縁層208a及び208bを形成する。

【0056】

次に、図6（e）に示すように、シリコン窒化膜210b上に導電膜216を形成し、導電膜216上に絶縁層218を形成する。具体的には、EB蒸着法等により、Cr膜50nm、Au膜200nm、Cr膜50nmをこの順に成膜して、Cr/Au/Cr積層膜である導電膜216を形成する。導電膜216としてCr/Au/Cr積層膜を形成することによって、シリコン窒化膜210bと導電膜216との密着性を向上させることができる。また、シリコン窒化膜21

0 b と導電膜 216 との密着性等に問題がない場合、導電膜 216 は、例えば Au 膜の単層膜であってもよい。そして、プラズマ化学気相堆積 (CVD) 法等により、導電膜 216 上にシリコン酸化膜の絶縁層 218 を形成する。なお、図 6 (a) において形成したシリコン窒化膜 210 b は、基板 202 と導電膜 216 とを電氣的に絶縁するために設けられる。

【0057】

次に、図 6 (f) に示すように、シリコン窒化膜 210 a 及びシリコン窒化膜 210 b の複数の開口 214 に露出する部分を、例えば RIE 法により選択的に除去する。このとき、複数の開口 214 の側壁に形成された絶縁層 208 a 及び 208 b を除去せずに、複数の開口 214 に導電膜 216 が露出するまでシリコン窒化膜 210 b をエッチングする。そして、さらに導電膜 216 の Au 膜が露出するまで Cr 膜をエッチングする。他の例において、熱リン酸を用いたウェットエッチングにより、複数の開口 214 の側壁に形成された絶縁層 208 a 及び 208 b を除去せずに、シリコン窒化膜 210 a、シリコン窒化膜 210 b の複数の開口 214 に露出する部分を除去した後、同様に導電膜 216 の Cr 膜をエッチング除去してもよい。

【0058】

次に、図 7 (a) に示すように、導電膜 216 の Au 膜を鍍金用電極 (シード層) として、複数の開口 214 内を選択的に電解鍍金することにより導電材料を充填して偏向電極 204 a 及び 204 b を形成する。例えば、Cu、Au 等により偏向電極 204 a 及び 204 b を形成する。そして、偏向電極 204 a 及び 204 b を形成した後、例えば化学的機械的研磨 (CMP) 法により、偏向電極 204 a 及び 204 b を形成する導電材料の開口 214 からはみ出した部分を研磨して除去する。他の例において、複数の開口 214 に露出する絶縁層 208 a 及び 208 b の表面にスパッタ法により Cr 膜を成膜した後、複数の開口 214 の Cr 膜の内側に導電材料を充填して偏向電極 204 a 及び 204 b を形成してもよい。これにより、偏向電極 204 a 及び 204 b と絶縁層 208 a 及び 208 b との密着性を向上させることができる。

【0059】

次に、図 7 (b) に示すように、基板 202 上にレジスト 220 を塗布し、露光、現像して、導電層 206 a 及び 206 b を形成する領域のレジスト 220 を除去する。そして、レジスト 220 をエッチングマスクとして、導電層 206 a 及び 206 b を形成する部分の基板 202 をエッチング、例えば R I E 法により選択的に除去して開口 222 を形成する。そして、シリコン窒化膜 210 b の開口 222 に露出する部分を、例えば R I E 法により選択的に除去する。そして、さらに導電膜 216 の A u 膜が露出するまで C r 膜をエッチングする。他の例において、熱リン酸を用いたウェットエッチングにより、シリコン窒化膜 210 b の開口 222 に露出する部分、及び導電膜 216 の C r 膜を除去してもよい。

【0060】

次に、図 7 (c) に示すように、導電膜 216 の A u 膜を鍍金用電極（シード層）として、開口 222 内を選択的に電解鍍金することにより導電材料を充填して導電層 206 a 及び 206 b を形成する。例えば、C u 等により導電層 206 a 及び 206 b を形成する。そして、導電層 206 a 及び 206 b を形成した後、レジスト 220 を除去し、例えば C M P 法により、不必要な導電材料を研磨して除去する。他の例において、開口 222 に露出する基板 202 の表面にスパッタ法により C r 膜を成膜した後、開口 222 の C r 膜の内側に導電材料を充填して導電層 206 a 及び 206 b を形成してもよい。これにより、導電層 206 a 及び 206 b と基板 202 との密着性を向上させることができる。

【0061】

次に、図 7 (d) に示すように、基板 202 上に絶縁層 224 及び配線層 226 を形成する。具体的には、プラズマ C V D 法等によりシリコン酸化膜である絶縁層 224 を約 $1\ \mu\text{m}$ の厚さに成膜する。そして、絶縁層 224 上にレジストを塗布し、露光、現像して、偏向電極 204 a 及び 204 b 等の上方の領域のレジストを除去する。そして、レジストをエッチングマスクとして、絶縁層 224 をエッチング、例えば R I E 法により除去する。そして、レジストを除去した後、絶縁層 224 の表面に C r 膜及び A u 膜をこの順にスパッタ法により堆積させて配線層 226 を形成する。

【0062】

次に、図 7 (e) に示すように、配線層 226 に配線パターンを形成する。具体的には、配線層 226 上にレジストを塗布し、露光、現像して、配線が形成されない領域のレジストを除去する。そして、レジストをエッチングマスクとして、配線層 226 をエッチング、例えば R I E 法により除去して配線パターンを形成する。そして、レジストを除去する。

【0063】

次に、図 8 (a) に示すように、絶縁層 224 及び配線層 226 上に、絶縁層 228 及び導電膜 230 を形成する。具体的には、プラズマ C V D 法等によりシリコン酸化膜である絶縁層 228 を約 $1\ \mu\text{m}$ の厚さに成膜する。そして、絶縁層 228 の表面に C r 膜及び A u 膜をこの順にスパッタ法により堆積させて導電膜 230 を形成する。導電膜 230 は、接地されることにより、絶縁層 228 等のチャージアップ防止用金属層として機能する。

【0064】

次に、図 8 (b) に示すように、導電膜 230 上にレジスト 232 を塗布し、露光、現像して、電子ビームが通過すべき開口 200 を形成する領域のレジスト 232 を除去する。そして、レジスト 232 をエッチングマスクとして、導電膜 230 をエッチング、例えばイオンミリング法により除去し、絶縁層 224 及び 228 をエッチング、例えば R I E 法により除去する。

【0065】

次に、図 8 (c) に示すように、レジスト 232 をエッチングマスクとして、基板 202 をエッチング、例えば I C P - R I E 法により除去する。このとき、上方から見るとアルファベットの “I” の字の形状の開口 200 が形成される。

【0066】

次に、図 8 (d) に示すように、絶縁層 208 a 及び 208 b の開口 200 に露出する部分、絶縁層 218、並びに導電膜 216 をエッチングにより除去する。具体的には、レジスト 232 を残したまま、開口 200 の側壁のシリコン酸化膜である絶縁層 208 a 及び 208 b を、例えば H F 及び N H ₄ F の混合液を用いたウェットエッチングにより除去する。このとき同時に、絶縁層 218 もウェットエッチングにより除去される。そして、導電膜 216 の C r 膜を、例えば硝

酸アンモニウムセリウム（IV）、過塩素酸、及び水の混合液を用いたウェットエッチングにより除去する。そして、導電膜 216 の Au 膜を、例えばヨウ化カリウム、ヨウ素、及び水の混合液を用いたウェットエッチングにより除去する。

【0067】

次に、図 8（e）に示すように、レジスト 232 を除去した後、シリコン窒化膜 210b をエッチングにより除去する。具体的には、シリコン窒化膜 210b を、例えば熱リン酸を用いたウェットエッチングにより除去し、開口 200 を貫通させる。本例では、基板 202 の裏面が露出しているが、基板 202 がチャージアップすることを防ぐために、基板 202 の裏面に導電膜が形成されてもよい。以上、図 6、図 7、及び図 8 に示した製造方法によりブランキングアパーチャアレイデバイス 26 が完成する。

【0068】

第 1 実施例及び第 2 実施例に係るブランキングアパーチャアレイデバイス 26 によれば、導電層 206a 及び 206b と基板 202 とが接触しているので、基板 202 を介して導電層 206a 及び 206b を接地することができる。したがって、導電層 206a 及び 206b を接地するための配線を形成する必要がないので、配線密度を低減することができる。

【0069】

図 9 は、ブランキングアパーチャアレイデバイス 26 の具体的な構成の第 3 実施例を示す。図 9 は、ブランキングアパーチャアレイデバイス 26 を裏面から見た平面図である。第 3 実施例においては、第 1 実施例及び第 2 実施例に係るブランキングアパーチャアレイデバイス 26 と同一の構成要素には、同一の符号を付して説明を省略又は簡潔にし、異なる部分について具体的に説明する。

【0070】

ブランキングアパーチャアレイデバイス 26 は、導電層 206a 及び 206b と基板 202 との間にそれぞれ設けられた絶縁層 208c 及び 208d をさらに備える。絶縁層 208a、208b、208c、及び 208d は、同一の材料で形成されてよく、また略同一の厚さであってよい。

【0071】

絶縁層 208 c 及び 208 d は、絶縁層 208 a 及び 208 b と同様に、基板 202 を熱酸化させることにより形成された酸化膜、例えばシリコン基板を熱酸化させることにより形成されたシリコン酸化膜である。偏向電極 204 a から偏向電極 204 b への方向において、絶縁層 208 c 及び 208 d の幅は、導電層 206 a 及び 206 b の幅より短いことが好ましい。即ち、絶縁層 208 c 及び 208 d は、電子ビームが通過する経路に対して導電層 206 a 及び 206 b によって遮蔽された位置にある。そのため、絶縁層 208 c 及び 208 d がチャージアップすることを防ぐことができる。

【0072】

図 10 は、図 11、及び図 12 は、第 3 実施例に係るブランキングアパーチャアレイデバイス 26 の製造方法の一例を示す。図 10、図 11、及び図 12 は、図 9 に示したブランキングアパーチャアレイデバイス 26 の BB' 断面を示す。

【0073】

まず、図 10 (a) に示すように、基板 202 を用意し、基板 202 の表面及び裏面にシリコン窒化膜 210 a 及び 210 b をそれぞれ形成する。このとき、シリコン窒化膜 210 a 及び 210 b の両方を同時に成膜してもよいし、片方ずつ成膜してもよい。基板 202 は、例えば直径 6 インチ、厚さ 200 μm のシリコンウェハである。シリコン窒化膜 210 a 及び 210 b は、例えば厚さ 1 μm に成膜される。

【0074】

次に、図 10 (b) に示すように、シリコン窒化膜 210 a 上にレジスト 212 を塗布し、露光、現像して、偏向電極 204 a 及び 204 b 並びに導電層 206 a 及び 206 b を形成する領域のレジスト 212 を除去する。そして、レジスト 212 をエッチングマスクとして、偏向電極 204 a 及び 204 b 並びに導電層 206 a 及び 206 b を形成する領域のシリコン窒化膜 210 a をエッチング、例えば RIE 法により除去する。

【0075】

次に、図 10 (c) に示すように、レジスト 212 及びシリコン窒化膜 210 a の両方又は片方をエッチングマスクとして、偏向電極 204 a 及び 204 b 並

びに導電層 206 a 及び 206 b を形成する部分の基板 202 をエッチング、例えば ICP-RIE 法により除去して複数の開口 214 及び 222 を形成する。シリコン窒化膜 210 b は、基板 202 をエッチングするときのエッチングストップ層となる。

【0076】

次に、図 10 (d) に示すように、レジスト 212 を除去した後、基板 202 に形成された複数の開口 214 及び 222 の内壁に絶縁層 208 a、208 b、208 c、及び 208 d を形成する。例えば、複数の開口 214 及び 222 の内壁を熱酸化させることにより絶縁層 208 a、208 b、208 c、及び 208 d を形成する。具体的には、シリコン基板である基板 202 に形成された複数の開口 214 及び 222 の内壁のうちで、シリコン窒化膜 210 a 及び 210 b で覆われた部分以外のシリコン露出面を選択的に熱酸化させることにより、シリコン酸化膜である絶縁層 208 a、208 b、208 c、及び 208 d を形成する。

【0077】

次に、図 10 (e) に示すように、シリコン窒化膜 210 b 上に導電膜 216 を形成し、導電膜 216 上に絶縁層 218 を形成する。具体的には、EB 蒸着法等により、Cr 膜 50 nm、Au 膜 200 nm、Cr 膜 50 nm をこの順に成膜して、Cr/Au/Cr 積層膜である導電膜 216 を形成する。導電膜 216 として Cr/Au/Cr 積層膜を形成することによって、シリコン窒化膜 210 b と導電膜 216 との密着性を向上させることができる。また、シリコン窒化膜 210 b と導電膜 216 との密着性等に問題がない場合、導電膜 216 は、例えば Au 膜の単層膜であってもよい。そして、プラズマ CVD 法等により、導電膜 216 上にシリコン酸化膜の絶縁層 218 を形成する。なお、図 10 (a) において形成したシリコン窒化膜 210 b は、基板 202 と導電膜 216 とを電氣的に絶縁するために設けられる。

【0078】

次に、図 11 (a) に示すように、シリコン窒化膜 210 a、及びシリコン窒化膜 210 b の複数の開口 214 及び 222 に露出する部分を、例えば RIE 法

により選択的に除去する。このとき、複数の開口 214 及び 222 の側壁に形成された絶縁層 208 a、208 b、208 c、及び 208 d を除去せずに、複数の開口 214 及び 222 に導電膜 216 が露出するまでシリコン窒化膜 210 b をエッチングする。そして、さらに導電膜 216 の Au 膜が露出するまで Cr 膜をエッチングする。他の例において、熱リン酸を用いたウェットエッチングにより、複数の開口 214 及び 222 の側壁に形成された絶縁層 208 a、208 b、208 c、及び 208 d を除去せずに、シリコン窒化膜 210 a、シリコン窒化膜 210 b の複数の開口 214 及び 222 に露出する部分を除去した後、同様に導電膜 216 の Cr 膜をエッチング除去してもよい。

【0079】

次に、図 11 (b) に示すように、導電膜 216 の Au 膜を鍍金用電極（シード層）として、複数の開口 214 及び 222 内を選択的に電解鍍金することにより導電材料を充填して偏向電極 204 a 及び 204 b 並びに導電層 206 a 及び 206 b を形成する。例えば、Cu、Au 等により偏向電極 204 a 及び 204 b 並びに導電層 206 a 及び 206 b を形成する。そして、偏向電極 204 a 及び 204 b 並びに導電層 206 a 及び 206 b を形成した後、例えば CMP 法により、不必要な導電材料を研磨して除去する。他の例において、複数の開口 214 及び 222 に露出する絶縁層 208 a、208 b、208 c、及び 208 d の表面にスパッタ法により Cr 膜を成膜した後、複数の開口 214 及び 222 の Cr 膜の内側に導電材料を充填して偏向電極 204 a 及び 204 b 並びに導電層 206 a 及び 206 b を形成してもよい。これにより、偏向電極 204 a 及び 204 b 並びに導電層 206 a 及び 206 b と、絶縁層 208 a、208 b、208 c、及び 208 d との密着性を向上させることができる。

【0080】

次に、図 11 (c) に示すように、基板 202 上に絶縁層 224 及び配線層 226 を形成する。具体的には、プラズマ CVD 法等によりシリコン酸化膜である絶縁層 224 を約 1 μ m の厚さに成膜する。そして、絶縁層 224 上にレジストを塗布し、露光、現像して、偏向電極 204 a 及び 204 b 並びに導電層 206 a 及び 206 b 等の上方の領域のレジストを除去する。そして、レジストをエッ

チングマスクとして、絶縁層 224 をエッチング、例えば R I E 法により除去する。そして、レジストを除去した後、絶縁層 224 の表面に C r 膜及び A u 膜をこの順にスパッタ法により堆積させて配線層 226 を形成する。

【0081】

次に、図 11 (d) に示すように、配線層 226 に配線パターンを形成する。具体的には、配線層 226 上にレジストを塗布し、露光、現像して、配線が形成されない領域のレジストを除去する。そして、レジストをエッチングマスクとして、配線層 226 をエッチング、例えば R I E 法により除去して配線パターンを形成する。そして、レジストを除去する。

【0082】

次に、図 11 (e) に示すように、絶縁層 224 及び配線層 226 上に、絶縁層 228 及び導電膜 230 を形成する。具体的には、プラズマ C V D 法等によりシリコン酸化膜である絶縁層 228 を約 1 μ m の厚さに成膜する。そして、絶縁層 228 の表面に C r 膜及び A u 膜をこの順にスパッタ法により堆積させて導電膜 230 を形成する。導電膜 230 は、接地されることにより、絶縁層 228 等のチャージアップ防止用金属層として機能する。

【0083】

次に、図 12 (a) に示すように、導電膜 230 上にレジスト 232 を塗布し、露光、現像して、電子ビームが通過すべき開口 200 を形成する領域のレジスト 232 を除去する。そして、レジスト 232 をエッチングマスクとして、導電膜 230 をエッチング、例えばイオンミリング法により除去し、絶縁層 224 及び 228 をエッチング、例えば R I E 法により除去する。

【0084】

次に、図 12 (b) に示すように、レジスト 232 をエッチングマスクとして、基板 202 をエッチング、例えば I C P-R I E 法により除去する。このとき、上方から見るとアルファベットの “I” の字の形状の開口 200 が形成される。

【0085】

次に、図 12 (c) に示すように、絶縁層 208 a、208 b、208 c、及

び208dの開口200に露出する部分、絶縁層218、並びに導電膜216をエッチングにより除去する。具体的には、レジスト232を残したまま、開口200の側壁のシリコン酸化膜である絶縁層208a、208b、208c、及び208dを、例えばHF及びNH₄Fの混合液を用いたウェットエッチングにより除去する。このとき同時に絶縁層218もウェットエッチングにより除去される。そして、導電膜216のCr膜を、例えば硝酸アンモニウムセリウム（IV）、過塩素酸、及び水の混合液を用いたウェットエッチングにより除去する。そして、導電膜216のAu膜を、例えばヨウ化カリウム、ヨウ素、及び水の混合液を用いたウェットエッチングにより除去する。

【0086】

次に、図12（d）に示すように、レジスト232を除去した後、シリコン窒化膜210bをエッチングにより除去する。具体的には、シリコン窒化膜210bを、例えば熱リン酸を用いたウェットエッチングにより除去し、開口200を貫通させる。本例では、基板202の裏面が露出しているが、基板202がチャージアップすることを防ぐために、基板202の裏面に導電膜が形成されてもよい。以上、図10、図11、及び図12に示した製造方法によりブランキングアパーチャアレイデバイス26が完成する。

【0087】

第3実施例に係るブランキングアパーチャアレイデバイス26によれば、偏向電極204a及び204bと導電層206a及び206bとが同一の構成であるので、偏向電極204a及び204b並びに導電層206a及び206bを同時に形成することができる。そのため、ブランキングアパーチャアレイデバイス26の製造工程を低減することができる。

【0088】

以上、本発明を実施形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施形態に記載の範囲には限定されない。上記実施形態に、多様な変更または改良を加えることができる。そのような変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

【0089】

【発明の効果】

上記説明から明らかなように、本発明によれば、荷電粒子線を精度よく偏向する偏向器、当該偏向器の製造方法、及び当該偏向器を備える荷電粒子線露光装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】**【図 1】**

電子ビーム露光装置 100 の構成の一例を示す図である。

【図 2】

ブランキングアパーチャアレイデバイス 26 の構成の一例を示す図である。

【図 3】

アパーチャ部 160 の構成の一例を示す図である。

【図 4】

ブランキングアパーチャアレイデバイス 26 の具体的な構成の第 1 実施例を示す図である。

【図 5】

ブランキングアパーチャアレイデバイス 26 の具体的な構成の第 2 実施例を示す図である。

【図 6】

第 1 実施例又は第 2 実施例に係るブランキングアパーチャアレイデバイス 26 の製造方法の一例を示す図である。

【図 7】

第 1 実施例又は第 2 実施例に係るブランキングアパーチャアレイデバイス 26 の製造方法の一例を示す図である。

【図 8】

第 1 実施例又は第 2 実施例に係るブランキングアパーチャアレイデバイス 26 の製造方法の一例を示す図である。

【図 9】

ブランキングアパーチャアレイデバイス 26 の具体的な構成の第 3 実施例を示す図である。

【図 10】

第 3 実施例に係るブランキングアパーチャアレイデバイス 26 の製造方法の一例を示す図である。

【図 11】

第 3 実施例に係るブランキングアパーチャアレイデバイス 26 の製造方法の一例を示す図である。

【図 12】

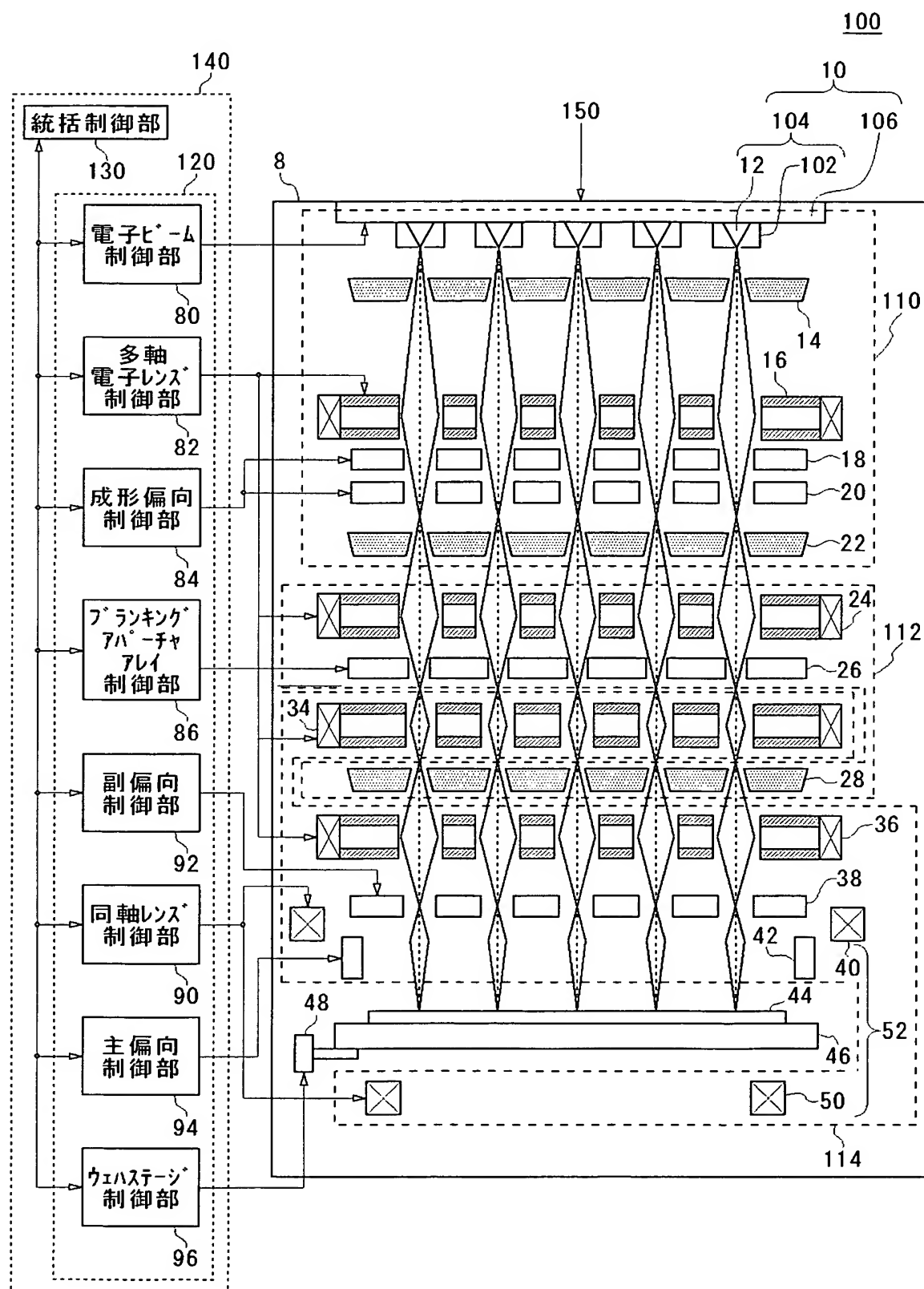
第 3 実施例に係るブランキングアパーチャアレイデバイス 26 の製造方法の一例を示す図である。

【符号の説明】

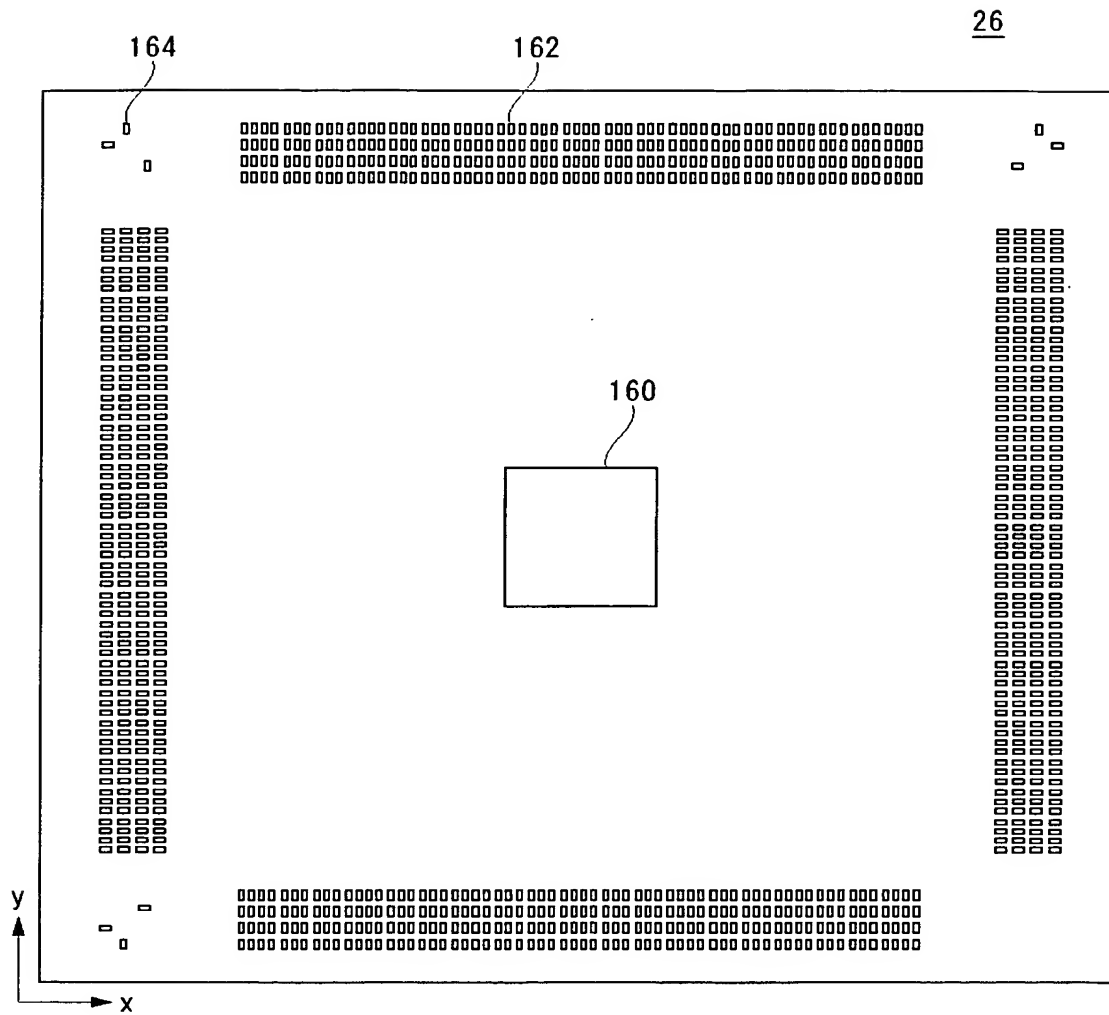
8・・・筐体、10・・・電子ビーム発生部、12・・・カソード、14・・・第1成形部材、16・・・第1多軸電子レンズ、18・・・第1成形偏向部、20・・・第2成形偏向部、22・・・第2成形部材、24・・・第2多軸電子レンズ、26・・・ブランキングアパーチャアレイデバイス、28・・・電子ビーム遮蔽部材、34・・・第3多軸電子レンズ、36・・・第4多軸電子レンズ、38・・・副偏向部、40・・・第1コイル、42・・・主偏向部、44・・・ウェハ、46・・・ウェハステージ、48・・・ウェハステージ駆動部、50・・・第2コイル、52・・・同軸レンズ、80・・・電子ビーム制御部、82・・・多軸電子レンズ制御部、84・・・成形偏向制御部、86・・・ブランキングアパーチャアレイ制御部、90・・・同軸レンズ制御部、92・・・副偏向制御部、94・・・主偏向制御部、96・・・ウェハステージ制御部、100・・・電子ビーム露光装置、102・・・グリッド、104・・・電子銃、106・・・基材、110・・・電子ビーム成形手段、112・・・照射切換手段、114・・・ウェハ用投影系、120・・・個別制御部、130・・・統括制御部、140・・・制御部、150・・・露光部、160・・・アパーチャ部、162・・・偏向電極パッド、164・・・接地電極パッド、200・・・開口、202・・・基板、204・・・偏向電極、206・・・導電層、208・・・絶縁層、210・・・シリコン窒化膜、212・・・レジスト、214・・・開口、216・・・導電膜、218・・・絶縁層、220・・・レジスト、222・・・開口、224・・・絶縁層、226・・・配線層、228・・・絶縁層、230・・・導電膜、232・・・レジスト

【書類名】 図面

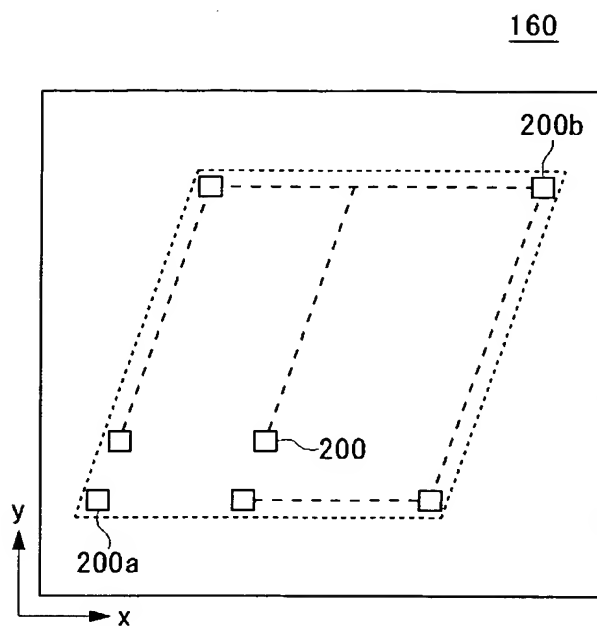
【図 1】



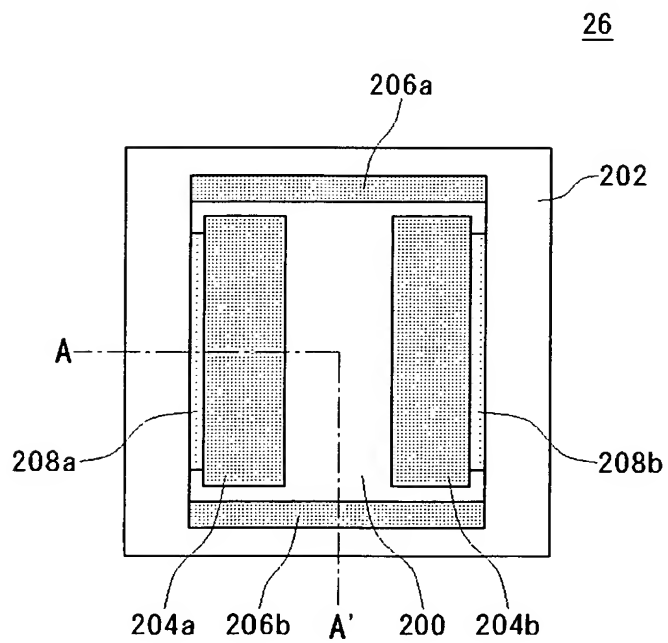
【図 2】



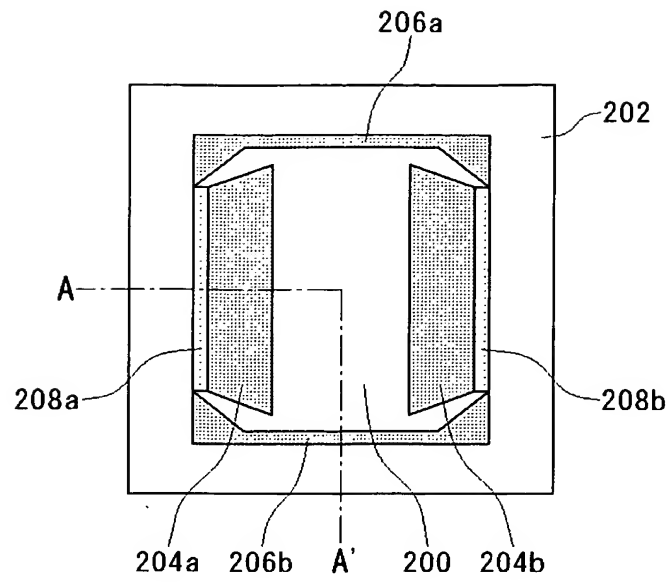
【図 3】



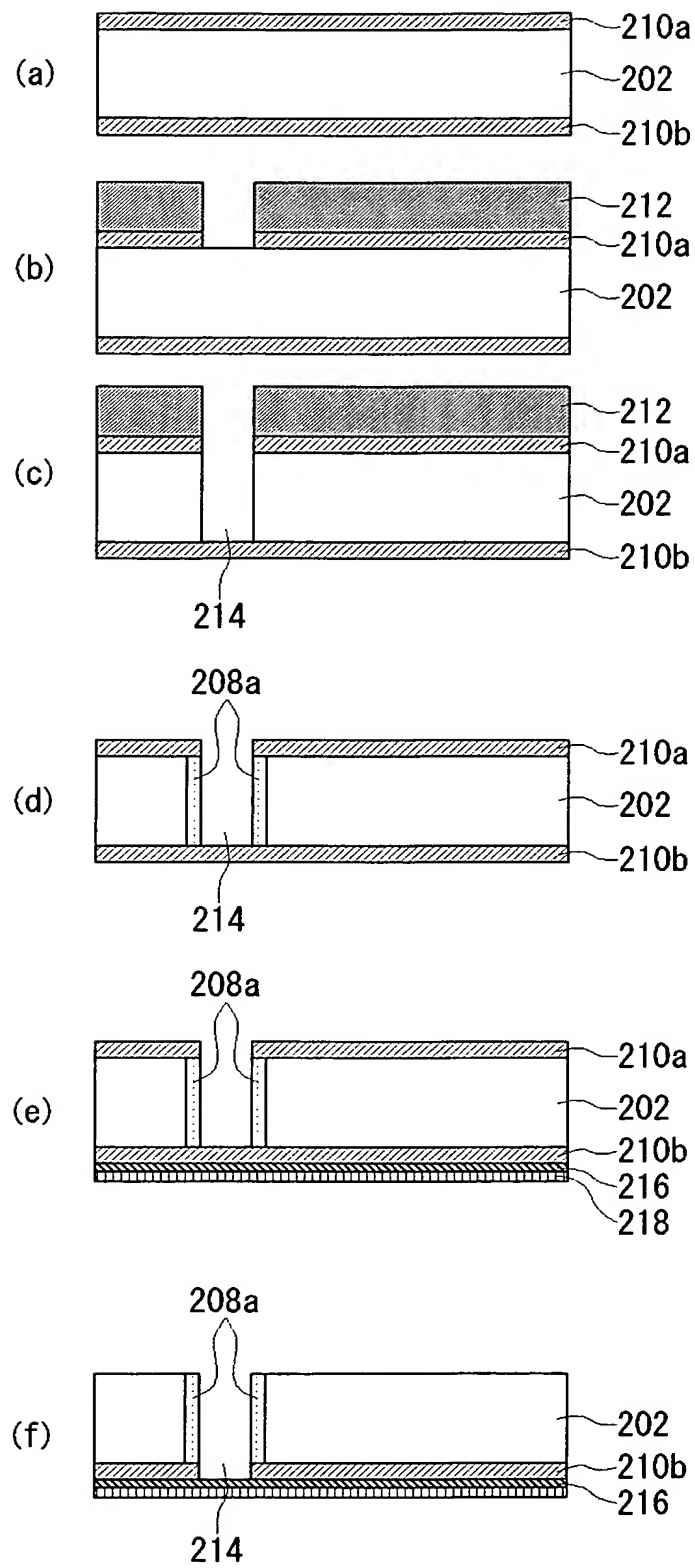
【図 4】



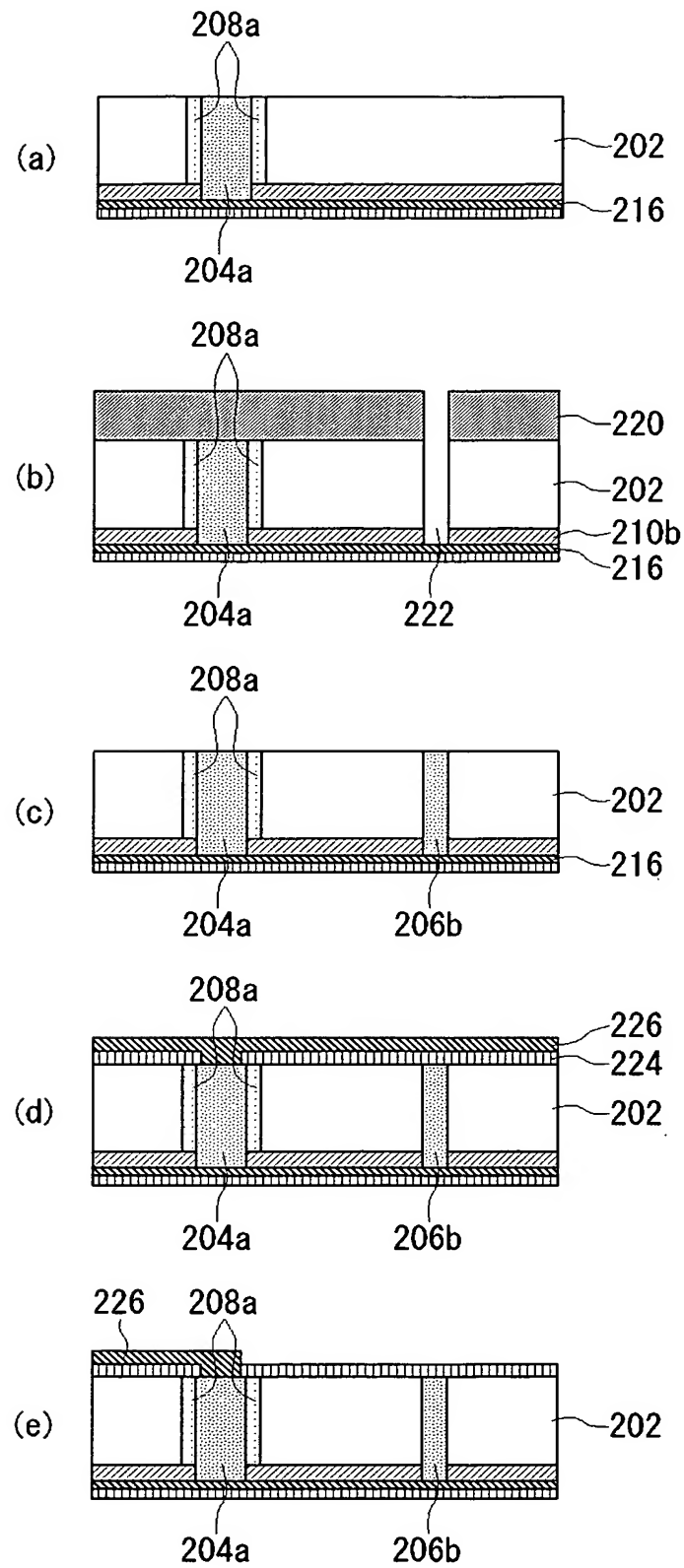
【図 5】



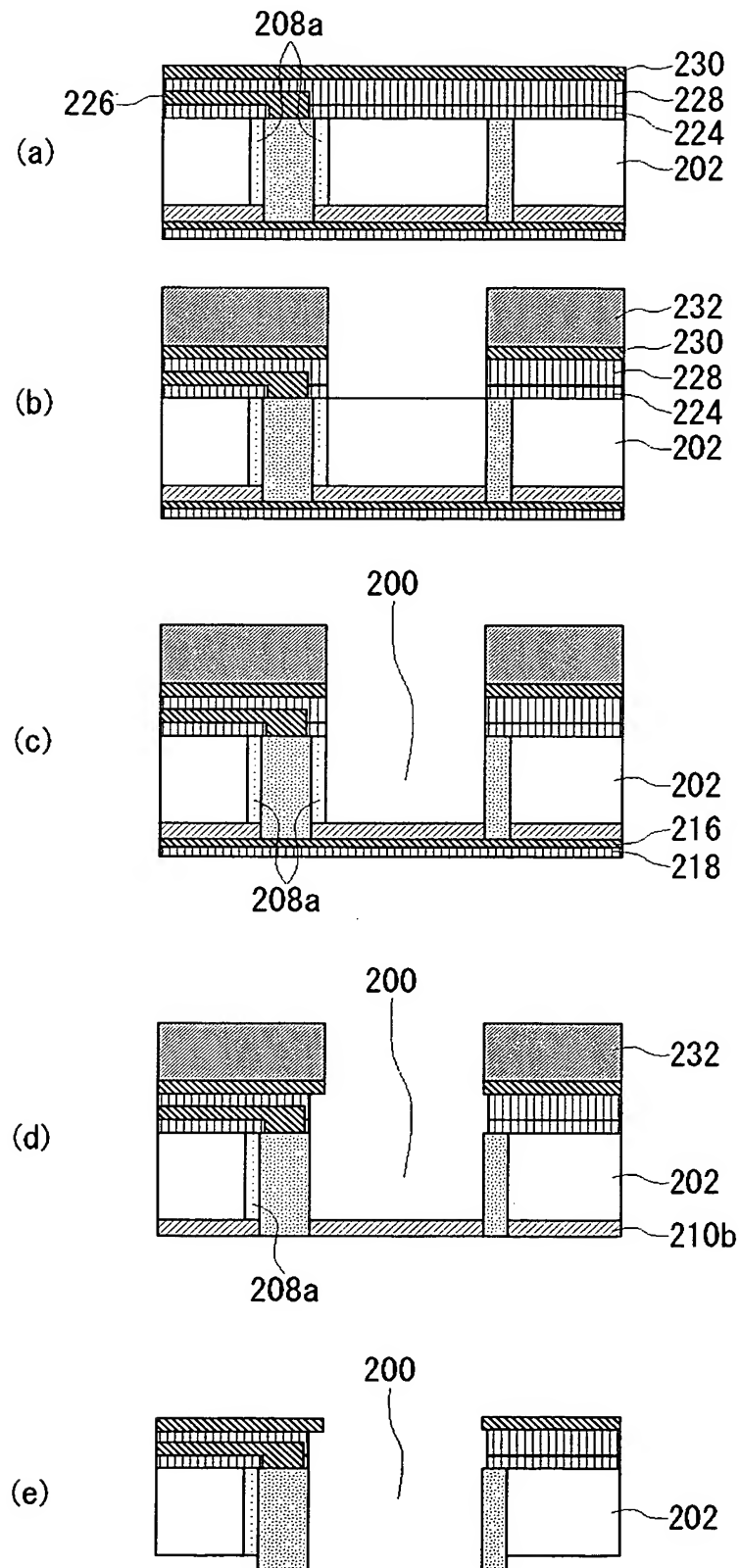
【図 6】



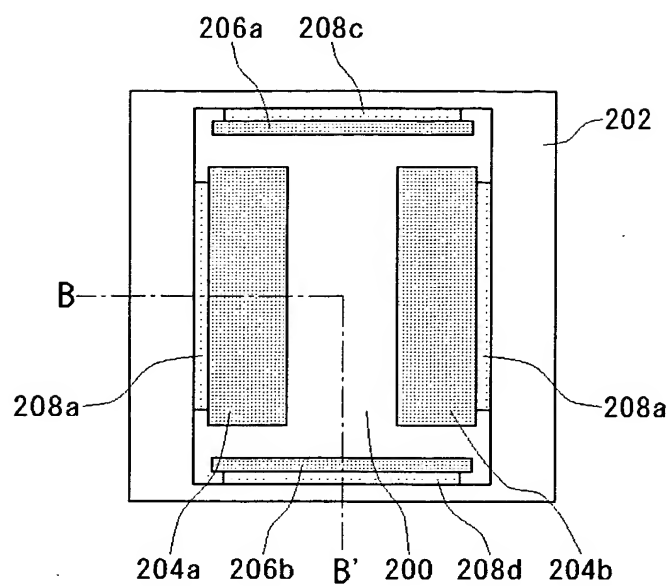
【図 7】



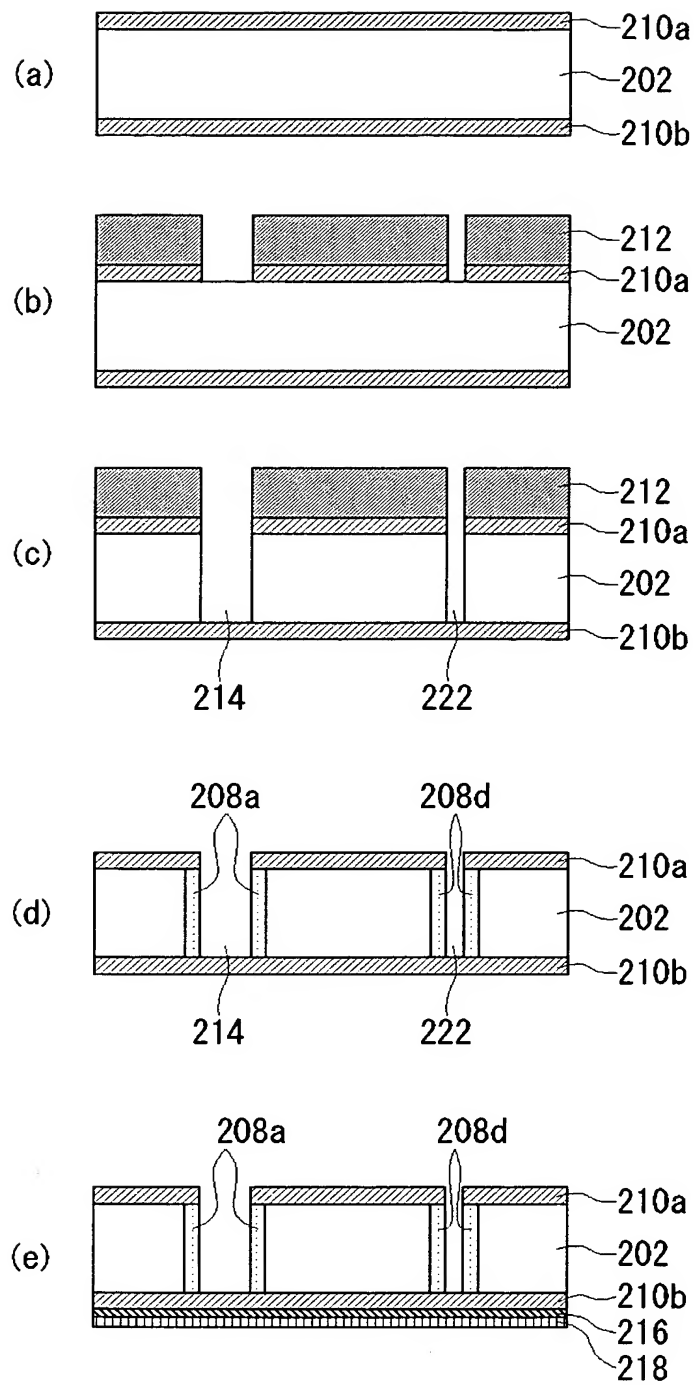
【図 8】



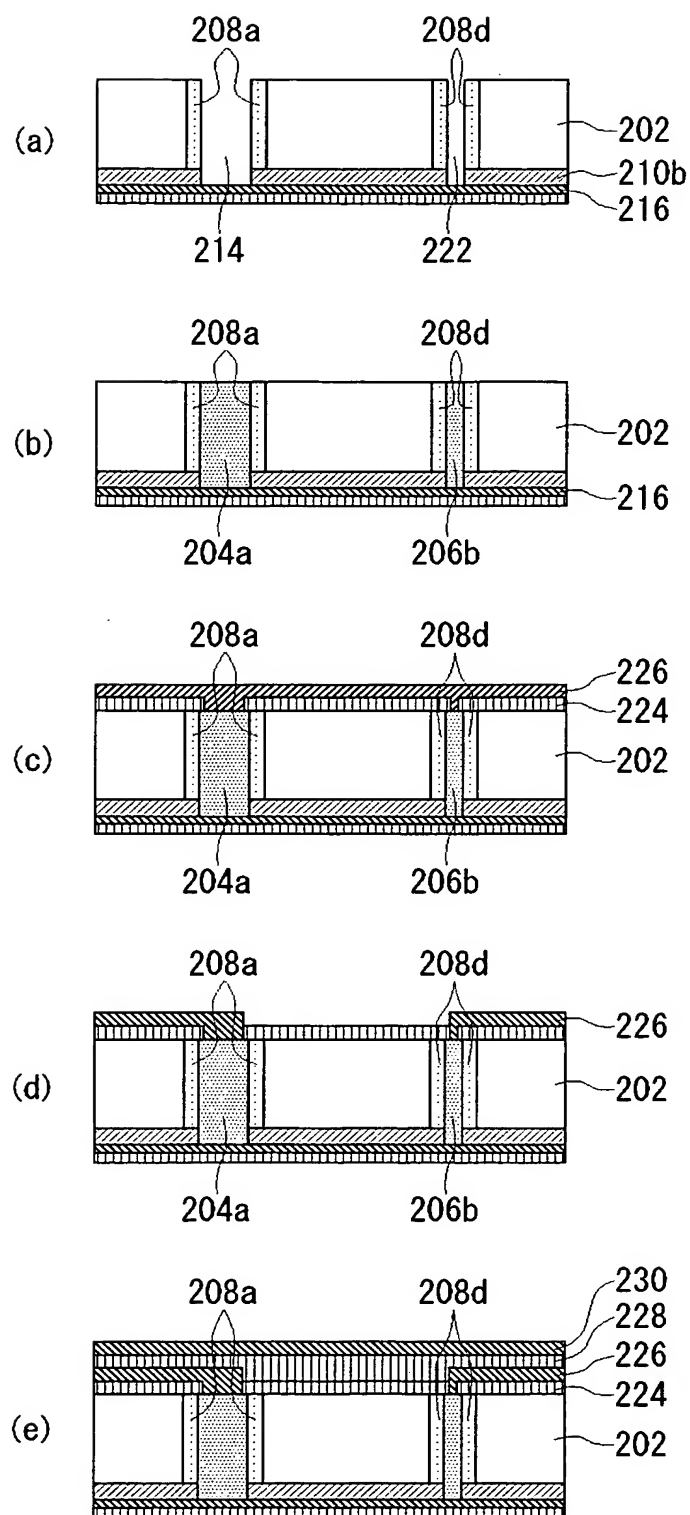
【図 9】



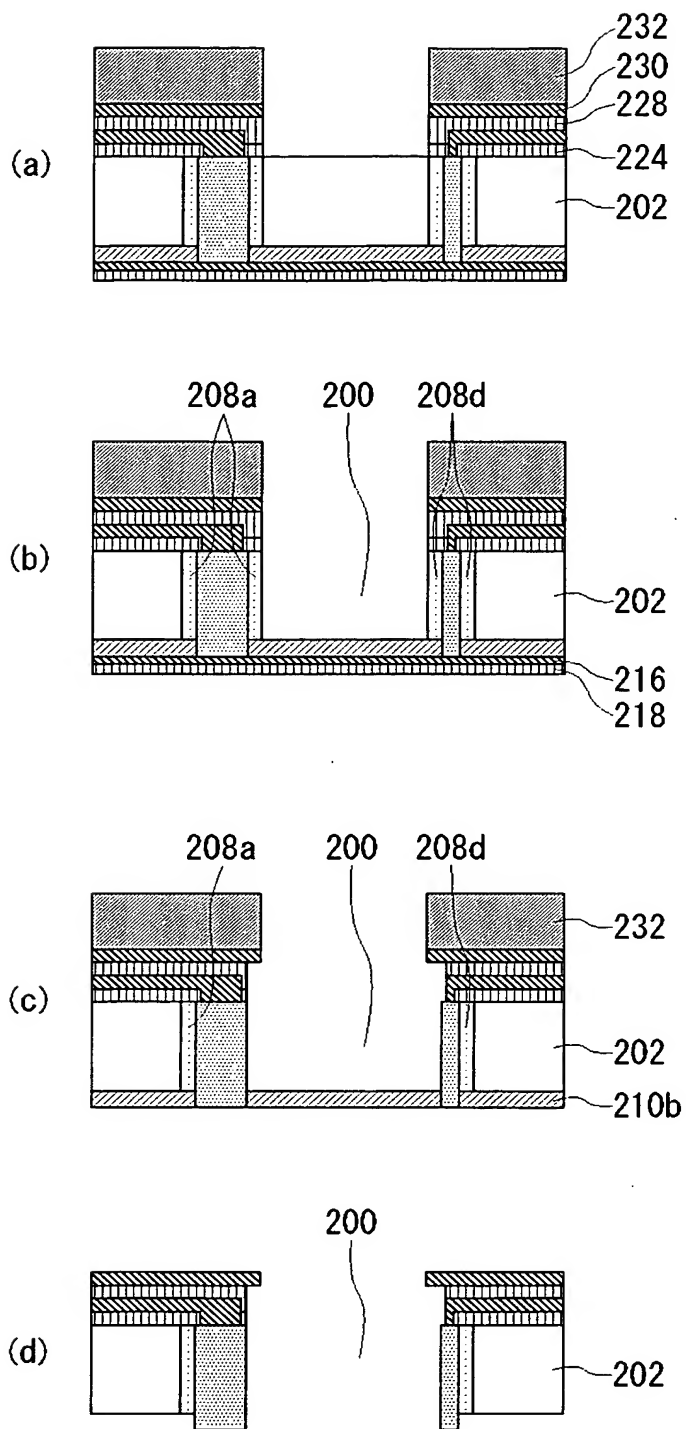
【図 10】



【図 11】



【図 12】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 荷電粒子線を精度よく偏向する偏向器を提供する。

【解決手段】 荷電粒子線を偏向する偏向器であって、荷電粒子線が通過すべき開口が設けられた基板と、荷電粒子線を偏向すべく開口内に対向して設けられた第 1 偏向電極及び第 2 偏向電極と、第 1 偏向電極から第 2 偏向電極への方向と略垂直な方向において、開口内に対向して設けられ、基板より導電性が高い材料で形成された第 1 導電層及び第 2 導電層と、第 1 偏向電極及び第 2 偏向電極と基板との間にそれぞれ設けられた第 1 絶縁層及び第 2 絶縁層とを備える。

【選択図】 図 4

認定・付加情報

特許出願の番号 特願 2002-291709
受付番号 50201493498
書類名 特許願
担当官 第五担当上席 0094
作成日 平成14年10月 4日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 390005175
【住所又は居所】 東京都練馬区旭町1丁目32番1号
【氏名又は名称】 株式会社アドバンテスト

【特許出願人】

【識別番号】 000001007
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000005108
【住所又は居所】 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

申請人
【識別番号】 100104156
【住所又は居所】 東京都新宿区新宿1丁目24番12号 東信ビル
6階 龍華国際特許事務所
【氏名又は名称】 龍華 明裕

次頁無

特願 2 0 0 2 - 2 9 1 7 0 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[3 9 0 0 0 5 1 7 5]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 1 0 月 1 5 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都練馬区旭町 1 丁目 3 2 番 1 号

氏 名

株式会社アドバンテスト

特願 2 0 0 2 - 2 9 1 7 0 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [5 9 5 0 1 7 8 5 0]

1. 変更年月日 1 9 9 5 年 2 月 2 7 日
[変更理由] 識別番号の二重登録による抹消
[統合先識別番号] 0 0 0 0 0 1 0 0 7
住 所 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号
氏 名 キャノン株式会社

特願 2 0 0 2 - 2 9 1 7 0 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1. 変更年月日 1 9 9 5 年 2 月 2 7 日
[変更理由] 識別番号の二重登録による統合
[統合元識別番号] 5 9 5 0 1 7 8 5 0
住 所 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号
氏 名 キヤノン株式会社

特願 2 0 0 2 - 2 9 1 7 0 9

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 1 0 8]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区神田駿河台 4 丁目 6 番地

氏 名

株式会社日立製作所